

## CHEMICAL TECHNOLOGIES AND ENGINEERING

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-13>

### **ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЯ ЧУТЛИВИЙ ДАТЧИК ДЛЯ ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ АНІОНІВ НА ОСНОВІ ВПЕ МОДИФІКОВАНОГО ЧЕТВЕРТИННОЮ АМОНІЙНОЮ СІЛЮ**

**Смик Н. І.**

*кандидат хімічних наук, доцент,  
доцент кафедри аналітичної хімії*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

**Самплавський В. В.**

*студент*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
м. Київ, Україна*

Унікальні властивості модифікованих вугільно-пастових електродів (МВПЕ) – простота виготовлення матеріалу із заданими властивостями, легкість оновлення поверхні, можливість застосування в потоці, широка область робочих потенціалів, низький фоновий струм та екологічна безпечність – в останні роки забезпечили їх широке застосування як перетворювачів біохімічного відгуку в біосенсорах, чутливих елементів детекторів в високоефективній хроматографії, капілярному зонному електрофорезі, проточно-інжекційному аналізі та робочих електродів в вольтамперометрії. Так, в інверсійній вольтамперометрії (ІВА) застосування МВПЕ дозволяє значно покращити селективність та чутливість визначення завдяки попередньому вибіркового виділенню досліджуваної речовини із складної суміші та її концентрування на поверхні робочого електроду [1]. Ряд прикладів застосування подібних електродів для визначення катіонів та аніонів, запропонованих в літературі, показали їх придатність як потенціометричних датчиків [2].

Нітрат в водних системах необхідний для зростання водоростей і фітопланктону, але занадто швидке збільшення їх маси, що

стимулюється надмірним вмістом нітрат-йонів, призводить до евтрофікації і подальшої загибелі тварин. Ці проблеми визнані в усьому світі, для їх подолання відповідними міжнародними та урядовими організаціями, до складу яких входять усі промислово розвинені країни, були обґрунтовані норми вмісту нітратів й розроблені програми для контролю їх вмісту в об'єктах навколишнього середовища та в продуктах харчування. Отже, необхідність і важливість створення чутливих, вибіркових та економічних методів контролю вмісту нітратів в об'єктах різної природи беззаперечна.

Найбільш чутливі та вибіркові методи визначення вмісту  $\text{NO}_3^-$  – іонна хроматографія (ІХ) та капілярний зонний електрофорез складні в реалізації, дорогі, потребують високої фахової підготовки персоналу та складної пробопідготовки (ІХ), тому не можуть бути застосовані на місці відбору проб. Більш прості та широко вживані методи – фотометричний та люмінесцентний – дозволяють з достатньою чутливістю визначати вміст  $\text{NO}_2^-$  (після переведення в азобарвник за реакцією азосполучення з ароматичним аміном), визначення  $\text{NO}_3^-$  можливе лише після відновлення до нітриту. Ці методи потребують довгої пробопідготовки і не можуть бути застосовані для аналізу на місці відбору проб. Результати застосування ряду спеціальних тест-систем, що випускаються промисловістю, не завжди задовольняють вимоги за чутливістю та вибірковою при застосуванні у морській воді високої солоності. Пряма потенціометрія із застосуванням іонселективних електродів (ІСЕ) вибірково до  $\text{NO}_3^-$  видається перспективним методом для розв'язання поставленої задачі.

В представленій роботі як чутливий датчик для потенціометричного визначення нітрат-йонів запропоновано вугільно-пастовий електрод модифікований тетрадециамоній нітратом (ЧАС). В роботі оптимізовано спосіб отримання МВПЕ й детально досліджені його властивості. Область лінійності ( $1 \cdot 10^{-5}$  –  $1 \cdot 10^{-1}$  моль/л) та нахил градуовального графіку (61 мВ/р $\text{C}_{\text{NO}_3}$ ), селективність (табл. 1) й час відгуку (не перевищує 30 с), стабільність аналітичного сигналу в широкій області рН (3,2 – 9,4) й іонної сили дозволили застосувати розроблений електрод для визначення вмісту  $\text{NO}_3^-$  у водах з високою солоністю й в овочах.

Попередньо було встановлено оптимальні умови визначення  $\text{NO}_3^-$  у розчинах: рН  $5 \pm 1$  та  $\text{C}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 10^{-3}$  моль/л для контролю іонної сили розчину).

Таблиця 1

**Потенціометричні коефіцієнти селективності МВПЕ**

X	$k_{NO_3/X}^{pot} \cdot 10^{-2}$
Ask <sup>-</sup>	4,0 · 10 <sup>-2</sup>
Cit <sup>-</sup>	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1,3 · 10 <sup>-2</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3,2 · 10 <sup>-3</sup>
I <sup>-</sup>	6,3 · 10 <sup>-2</sup>
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,1 · 10 <sup>-5</sup>
Cl <sup>-</sup>	1,0 · 10 <sup>-4</sup>

Розроблені методики були апробовані при аналізі розчинів, що за складом імітують морську воду, розчинів природної морської солі та води з морського океанаріуму «Морська казка», Київ. Також, за допомогою запропонованого МВПЕ було визначено вміст нітрат-йонів у овочах (рукола, укроп, салат та ін.). Експериментальні значення було перевірено методом «введено-знайдено». Отримані результати свідчать про задовільну чутливість, правильність та відтворюваність.

**Література:**

1. О.А. Запорожець, Н.І. Смик, Н.О. Туманік, Є.В. Заболотній, А.В. Заскальна Модифікований вугільно-пастовий електрод як чутливий датчик для вольтамперометричного визначення токсикантів. *Київська конференція з аналітичної хімії: Сучасні тенденції*. (Київ, 2018). Київ, 2018. С. 82.

2. J. Schwarz, K. Trommer and M. Mertig. Solid-Contact Ion-Selective Electrodes Based on Graphite Paste for Potentiometric Nitrate and Ammonium Determinations. *American Journal of Analytical Chemistry*. 2018. № 9. P. 591-601.